漁業集落排水施設の長寿命化対策に関する方向性について

Orientation of measures to prolong the life of fishery community wastewater facilities

大賀　之総*
Yukifusa OGA

*（財）漁港漁場漁村技術研究所　第 2 調査研究部 主任研究員

Environmental adjustment works for fishing villages were established in 1978. Fishery community wastewater facilities, which have now existed for a long period of time since services were initiated, have been exposed to salt due to the characteristics of the sites on which they are located. In addition, since such facilities are used for receiving and processing sewage water, septic gas is also emitted. As a result of such complex degrading elements, the deterioration of the facility structures and equipment functions is significant.
In addition to contributing to improvements in the living environment and the water quality of the water area around fishing ports, fishery community wastewater facilities also enable for vitalization of fishing villages. Thus, it is essential to continue maintaining such a favorable local infrastructure in the future. At the same time, due to a decrease in the local population as represented by boundary villages, fishery communities are unable to secure sufficient monetary income, and together with the severe conditions of municipal finance that has been evident in recent years, the current situation is a harsh one where maintenance and repair of structures and replacement of equipment cannot be implemented appropriately and in a timely manner. As a result, it is anticipated that a large amount of money will be required when renovating the facilities.
To improve these circumstances, it is necessary to objectively comprehend the degree of deterioration of facilities, as well as the current state of their operation and maintenance, and to come up with measures for prolonging the life of these facilities in order to enable for appropriate operation and maintenance and implementation of long-term repair plans. Taking this into consideration, this paper describes the orientation of basic methods for conducting examinations, from deterioration diagnosis to plans for conservation of functions and conservation works. In the future, it is desirable to incorporate the opinions of municipalities and enable for strategies that make use of originality and ingenuity.

Key words: Prolonging life, deterioration diagnosis, conservation of functions

1.　調査の目的

漁業集落排水施設は離島・辺地に位置し，小規模であることから維持管理費用が割高になる傾向がある．

また，集落住民の高齢化や後継者が都市部に流出するため，ほとんどの地区で人口が減少傾向にあるため，処理施設の維持管理費用を住民の徴収料金で賄うことは出来ていない．漁業集落排水施設をはじめとする生活排水処理施設は定期的なオーバーフォールが必要で，そのうえほとんどの施設が塩害の影響を経年的に受けており，建設後の経過年数のわりに腐食の進行が速い．

以上の理由により漁業集落排水施設の改築時の費用も割高になりがちであり，昨今の市町村財政の厳しさも相まって，事業の実施さえも厳しい状況にある．

このため，市町村の財政状況に配慮しながら，施設の機能を維持するためには早期の予備保全対策と費用の平準化を前提にした長寿命化対策が求められている．

2.　調査の背景

漁業集落排水施設は漁村の住環境の改善や漁港水域の水質向上に寄与するほか，漁村の活性化の基礎的な条件としている．昭和 53 年に創設された漁業集落環境整備事業ではあるが．漁業集落を取り巻く社会環境は大きく変化しており，限界集落に代表される地区人口の減少や施設の地域性や立地環境の違いにも対応した長寿命化対策の方向性を検討する．

また，生産・防災基盤である漁港構造物のストック・マネジメント等も開始されてきたが，漁業集落排水施設は汚水処理の工程で，各処理水槽の劣化の程度に違いが生じること，また高度な機械電気設備が設置してあることに違いがあり，本事業に特化した長寿命対策が必要である．

3.　調査の内容

本調査の内容は地域・立地特性による腐食環境や維持管理性の違いを把握すべく，複数の既存施設を実態調査した結果を総合的にまとめたものである.

3.1　既存資料の収集調査

(1) 概況調査

市町村及び対象集落の位置・人口・上位施策等について表–1 に整理する.

表–1　地区概況

市町村	位置，人口・世帯数の増減，生活排水・一般廃棄物の整備状況
対象集落	位置，対象集落の位置，人口・世帯数の増減，水産業の概況及び振興策等

(2) 施設整備

施設は，汚水管路，中継ポンプ施設，排水処理施設に大別される．汚水管路系統・中継ポンプ・排水処理施設・処理水の放流管の経路等を確認する．汚水管路においては橋梁添架，水管橋等特殊構造物があればその位置を確認する.

表–2　地区別の整備概要（例）

地区別	管路施設(km)	中継ポンプ(箇所)	処理施設	
			対象人員（人，世帯数）	汚水量(m3/D)
A 地区	3.35	4	970（87）	256
B 地区	2.99	2	2,750（127）	580
C 地区	6.17	6	1,981（242）	448

それぞれの建設年度及び供用開始年度を把握する.

表–3　地区別の建設年度，供用年度（例）

地区別	建設年度			供用年度
	管路施設	中継ポンプ	処理施設	
A 地区	1,984	1,985	1,985	1,987
B 地区	1,991	1,991	1,991	1,993
C 地区	1,989	1,989	1,988	1,991

表–4　地区別の投資費用（例）

（単位：千円）

	管路施設	中継ポンプ	処理施設
A 地区	150,598	41,390	107,500
B 地区	123,000	20,500	224,910
C 地区	300,264	左記に含む	180,830

表–5　地区別の処理水質（例）

（単位：mg/ｌ）

地区別	ＢＯＤ	ＳＳ	ＣＯＤ	Ｔ－Ｎ	Ｔ－Ｐ
A 地区	20	50	—	—	—
B 地区	20	50	—	—	—
C 地区	20	50	—	—	—

表–6　地区別の処理方式（例）

地区別	処理方式	汚泥処理	脱臭方式	消毒方式
A 地区	接触ばっ気方式	重力濃縮	無し	塩素
B 地区	接触ばっ気方式	重力濃縮	無し	塩素
C 地区	接触ばっ気方式	重力濃縮	オゾン	塩素

その他，処理施設については漁港計画平面図を入手し，周辺の風向・風力，潮位，沿岸線からの概略の距離等を確認しておく.

(3) 維持管理の現況

漁業集落排水施設は法体系では浄化槽法に分類され，施設管理者は週１～２回の定期点検が義務付けられている．この点検管理記録を複数年収集し，表–7 のような項目について把握する.

表–7　維持管理調査項目（例）

項目	調査結果
定期点検管理の頻度	２回/年度
点検管理の内容	特記仕様書による
水量・水質	過去３年間の動向（別紙）
補修工事・オーバーフォール（供用開始後）	・　対象機器 ・　実施年度 ・　費　用

その他，地震，風水害等による災害復旧工事が生じた場合は災害リスクとして，災害の名称，被災年度，被害部位，補修の内容等を整理しておく.

(4) 設計・施工

施設の予備診断を行うことを前提に各施設の構造・機能，設計諸元等を確認する必要があり，表–8 のような資料を入手する.

表–8　設計・施工書類の内容

項目	内容
設計書類	・計画書類 計画処理対象人員の検討書 ・設計書類 設計計算書，各単位装置・汚泥処理設備，脱臭設備・換気設備樋の検討書類 （・コン躯体にひび割れ，クラック等が発生している場合は構造計算書）
施工書類	・竣工図面 ・承認図 ・取扱説明書 （・コン躯体にひび割れ，クラック等が発生している場合は材料承認，各強度試験等の欠課）

3.2　現地実態調査

3.1　既存資料を基に，現地を踏査し，各施設の状況を把握する．

(1)目視調査（表-9参照）

表-9　目視調査

施設	調査対象
中継ポンプ施設	設置場所，周囲の状況（河川，沿岸線等），現場操作盤，悪臭，騒音等の発生状況
処理施設	(1) 処理施設周囲 場内整備（門扉・フェンス），管理棟（屋根，外壁面，建具，ガラリ・フード等），処理水槽（壁・スラブ，フェンス・手摺，覆蓋），電力・水道引込設備等．その他，悪臭，騒音等の漏れについても調査する． (2) 処理施設内 室内（床・壁・天井・柱・梁，内装，建具等），建築設備（電灯・ｺﾝｾﾝﾄ，給排気等），水槽，水・汚泥・脱臭装置等，配管・ダクト，電気設備等

また，必要に応じて，携帯用機器を用いて，溶存酸素，酸化還元電位，ｐH，硫化水素（検知管），残留塩素濃度を測定する．

写真-1　検知管による気相部の硫化水素測定

(2)聞き取り調査

市町村等施設管理者へは，悪臭や騒音等住民からの苦情，施設を維持するうえでの財政的な課題等について聞き取りを行う．

一方，維持管理業者へは，定期点検の結果から，

- 故障の多い機器，悪臭の発生
- 運転操作・補修作業性の課題

について聞取りを行う．（表-10）

表-10　維持管理の聞き取り項目

対象者	聞き取り項目
市町村	・財政的な課題 ・補修工の方針 （事後保全か予備保全？） ・周辺住民からの苦情 （悪臭・騒音等）
維持管理業者	・現況の状態 ・故障の多い機器の頻度，故障部品 ・運転操作・維持管理上の課題 ・要望

(3)補足調査

定期点検では処理水槽内部の腐食環境についてはほとんど調査がなされていないので，現地で次のような腐食環境調査を行う．（表-11）

表-11　腐食環境調査項目

調査項目	調　査　内　容	備　考 （調査器具等）
1）水質測定	水温，ｐH，酸化還元電位（ＯＲＰ），溶存酸素濃度（ＤＯ），溶存硫化物濃度（ＤＳ）測定．	水温計・ｐH計・ＯＲＰ計・DO計・検知管
2）硫化水素濃度測定	気相部の硫化水素濃度測定による劣化環境レベルの把握	検知管 硫化水素濃度連続測定器
3）コンクリートの表面ｐH測定	コンクリート表面のｐＨ測定 による劣化度の把握	ｐH計

3.3　劣化診断

既存資料収集調査，現地実態調査の結果から，施設の劣化状況を検討する．

(1)環境調査

処理施設の海岸線からの距離，放流地点と漁場までの概略の距離等を把握する．（表-12）

表-12　処理場の位置関係の把握

調査項目	概略距離
1)　海岸線からの距離	㎞
2)　放流地点から漁場までの距離	㎞
3)　民家外縁までの距離	㎞

(2)余寿命調査

標準的な耐用年数から施設の余寿命を検討する．機械設備の耐用年数は合成樹脂製のものを除けば標準15年とする．電気設備の耐用年数は電磁流量計，各種水質測定器は10年，その他鋼製のものは15年とする．

(3)維持管理

流入水量・処理水質の過去の実績から，水質の悪化，悪臭等が発生している場合は原因を検討する．流入水量

の大幅な増減が生じている場合は処理系列の増減や不明水量調査等，本質的な改善を伴う可能性ある．

各機器の点検記録から，各水槽に一定時間貯留される汚水の状態について調査し，色相・悪臭・発泡の有無等から，運転状態を推測する．

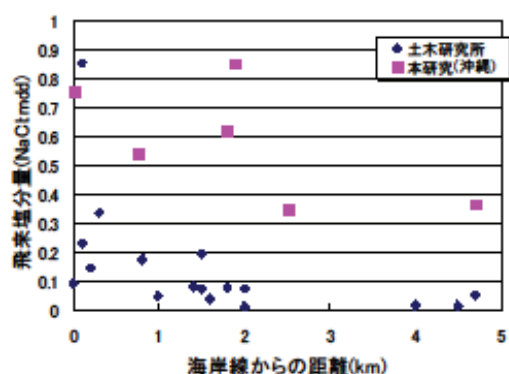
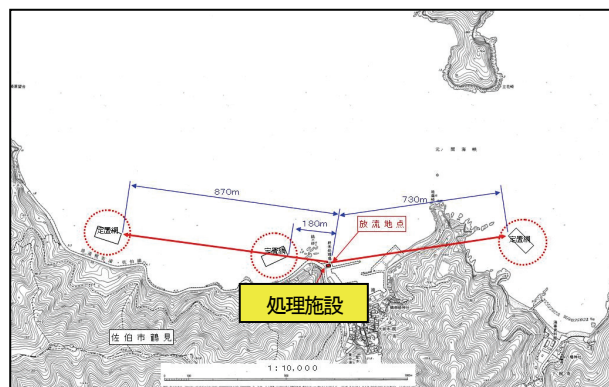
補修・オーバーフォールの履歴，すなわち対象機器，実施年度，費用，工事内容等について調査し，故障し易い機器の特定，その頻度，部品名称等を検討する．

3.4　調査結果

(1) 環境条件の影響

図−2，写真−2 は建設後 15 年以上を経過した重塩害地域（表−13 参照）に立地する処理施設の事例である．2 階部へ昇降する外階段，換気扇，屋外灯等の支持金具等はほとんど脱落していた．

表−13　海岸からの距離による地域区分※2

	設置距離の目安（300m / 500m / 1km）	備考
内海に面する地域	重塩害地区 / 塩害地区	東京湾 伊勢湾など
外海に面する地域	重塩害地区 / 塩害地区	
離島	重塩害地区	沖縄など

図−1　飛来塩分量と海岸線からの距離※3

図−2　重塩害地区に位置する処理施設

写真−2　重塩害地区に立地する処理施設

また，沖縄地区の施設では内部に給排気や維持管理時のサッシの開放等によって塩分粒子が侵入し，動力制御盤内の結線部に腐食が生じ，計測制御が誤作動に至った事例があった．沖縄地区ではかなり奥部まで飛来塩分が到達するようである．（図−1 参照）

一方，図−3 のように処理施設が海岸線から離れている場合には，経過年数のわりに管理棟内部の装置は良好であった．（写真−3）

図−3　沿岸部から距離のある処理施設

写真−3　沿岸部から比較的距離のある施設の屋内

以上のことから，重塩害地域に立地する処理施設については屋外での鋼製品の使用や処理施設内部への飛塩粒子の防御設備が必要である．

(2) 維持管理の適正診断

ほとんどの漁業集落で人口，世帯数が減少しつつあり，流入水量の減少が顕著である.

漁業集落排水処理施設で採用の多い，接触ばっ気方式は低負荷に強い処理方式ではあるが，運転要素の少ない処理方式であり，処理水量の変化に合わせて，ばっ気強度を調整する必要がある.

処理水質が悪化する原因としては表-14 のような事象及び原因があげられる.

表-14　維持管理上の不適例と考えられる要因

項目	具体的な内容	考えられる原因
水　　質	ＳＳ流出	①季節的な流入水量の増加（宅内配管からの雨水・融雪水の流入） ②沈殿槽汚泥引抜ポンプの作動不良 ③回分式活性汚泥法の上澄水排出装置の作動不良 ④沈殿分離汚泥，接触ばっ気槽の濾材逆洗不足
	ｐＨ低下	①過ばっ気（流入汚水量の減少）
悪　　臭	硫化水素の発生	①圧送配管からの流入（気相流入） ②海水や水産加工排水の流入
	塩素ガスの発生	①塩素固形剤の過剰注入
騒　　音	圧送配管	①ウォーターハンマ
低　周　波	インバーター	②沈殿槽汚泥引抜ポンプ用インバーター

表-14 の項目のなかで，季節的な流入水量の増加は，宅内からの雨水や融雪水の流入が原因としてあげられるが，宅内桝が水密性の劣ることや，雨水の誤接合等，事業の初期に建設された施設に比較的多く見られる事例であり，宅内排水設備の本質的な改善が望まれる.

また，海水や水産加工排水の流入による流入汚水の塩水化については，十分な調査を実施し，海水の流入が想定される路線について流送方式等を変更する等検討を行う.

水産加工排水については生活排水による十分な希釈効果を望めない場合は1)除害施設を設置するか2)流入時期の前に受け入れ体制を取れるような方策を取っておく.

聞き取り調査ではポンプ類の故障が多かったが，事後保全による交換で対応している. これらの装置は補機があることから，処理水質の悪化には直結しない.
その他の故障例としては次のようか事例があった.

- 非常用発電機の排気管と局所排気ダクトとが排気室にまとめられたため，腐敗ガスが非常用発電機に逆流し，電気系統の故障に至った
- ブロワの空気配管の口径が小さく，ブロワが大きな振動を生じた
- 回分式活性汚泥法の上澄水排出装置が故障し，処理水の排出が困難になった.

その他，漁業集落排水施設では高波等による被害を受けた地区があった. 具体的な被害例として

①放流水域の潮位上昇による放流配管の逆流
②中継ポンプ，処理施設（地下室）の冠水
③風力による点検蓋の飛散，場内安全柵の傾斜等
等である.

これらの被害はある程度，中継ポンプ，処理施設での対策が可能であるが，場合によっては漁港施設側での防波堤の嵩上げや，越波時の排水路の設置，集落道の嵩上げ等，他事業との横断的な対策が必要になってくる.

(3) 目視結果

・処理水槽の微生物腐食

平成 20 年度の実態調査結果では，硫化水素の発生による微生物腐食の進行が顕著な水槽は流入水路，ばっ気沈砂槽，細目スクリーンバイパス水路，原水ポンプ槽，及び汚泥貯留槽であった.

写真-4　流入水路部（気相部）壁の腐食状況

写真-5　原水ポンプ槽の腐食状況

写真-4, 写真-5 は施工当時, 防食工を施工しておらず,今後，細部の調査を行って劣化部を除去した後，防食工を施工する必要がある.

一方，防食材自体が劣化した場合は，改修工事の場合に，コンクリート下地から修復し，再度防食工事をするため，多くの費用と施工期間が必要になる. 劣化形態には，表面から劣化する表面劣化タイプと，防食層内部が

劣化する侵入劣化タイプがある．表面劣化タイプは，表面のみの劣化であるため目視にて劣化状況を確認できるが，侵入劣化タイプは，防食層の内部が劣化するため目視にて判断することが困難である．

また防食層自体が劣化した場合には，フクレや割れ，剥離などの不具合が急激に発生する．補修が必要な場合には，表面劣化タイプの場合は表層部の補修により性能を回復することができる．

しかし，侵入劣化タイプの場合は，劣化した防食層を除去し再施工をする必要がある．さらに下地コンクリートまでが劣化した場合には，下地コンクリートまで補修する．

4.　機能保全計画

これまでの結果をもとに，維持管理の適正化を図ったうえで，劣化診断，補修工事を効果的に行う機能保全計画を検討する．

限られた財源のなかで，補修工事を適時行うためには施設間，施設内での優先順位を付ける必要がある．

4.1.　施設間の補修順位の検討

①劣化度の大小（又は海岸線からの距離）②処理対象人口③水域保全（放流先の漁場までの距離）の３要素に評点を与えてある程度の客観性をもって施設間の優先順位を付けてことを提案する．

複数の施設を管理する市町村の場合，余寿命の多少によって施設間の優先順位を付けるのが一般的であるが，これまで述べたように漁業集落の地理的特性や漁港周辺の土地利用によって施設の環境条件は様々であり，当然，劣化の進行の度合いの相違が生じてくる．したがって，まずはそれぞれの劣化の度合いを目視やヒアリング等によって，劣化度の大きい施設を上位とする．

次いで，3.4調査結果に示す表−14のような水質の悪化，悪臭，騒音等が生じた場合，生活環境や水質保全効果等の良好な維持が損なわれることから，処理対象人員の大小，放流先水域資源等の距離の長短によって，施設間の補修の順番を決定する．

これら３要素を段階別に区別し，評点を与えて総合評価する．

4.2.　施設内の重点管理設備・部位

・機械電気施設

オキデーションディッチ法や回分式活性汚泥法のばっ気攪拌装置や上澄水排出装置が故障した場合，交換費用が割高であり，また処理水質の悪化に直結するため，高い優先順位とする．

その他，補機が無く，故障によって後段の装置に影響を及ぼす装置類についても優先順位が高い．

低・高速で回転する装置類は，騒音・振動，絶縁抵抗，電流値等を調査し，異常が認められた場合は，オーバーフォール又は交換する．

・土木建築施設

処理水槽のうち，目視にて劣化が認められる場合はコンクリート中性化試験，強度試験等を実施し，コンクリートの劣化深さを測定し，鉄筋への影響が懸念される場合は最重要優先順位とする．

建築施設についてはクラック，ひび割れ等が生じている部位（床，壁，柱，天井等）については優先的に補修する．

表−15　重点管理する設備・部位

工種	重点管理設備・部位
機械電気設備	【最重要機器】 ・ばっ気攪拌装置（ＯＤ法） ・上澄水排出装置（回分式活性汚泥法） ・膜分離ユニット（膜分離活性汚泥法） ・動力制御盤 【重要機器】 ・自動荒目スクリーン ・破砕機
土木建築設備	【前処理施設】 ・流入水路 ・ばっ気沈砂槽 ・原水ポンプ槽 ・流量調整槽 【汚泥処理施設】 ・汚泥濃縮槽 ・汚泥貯留槽

4.3.　長寿命化の視点

漁業集落排水施設の故障・劣化に至る事例の要因はいまさら述べる必要もないが，塩害及び硫化水素の発生である．実態調査を実施して，痛感したことは，給排気システム及び材質選定の考え方である．

塩害対策は海側に給気を設置しないことが基本であるが，漁業集落排水施設の場合，三方を海に囲まれており，やむをえない場合がある．割高ではあるが給気側に塩害フィルターを設置する．塩害フィルターはガラリ等に比べれば割高であるが，塩害によって，動力制御盤（結線部）や重要機器の発錆や故障を抑えることができれば費用対効果も大きい．

漁業集落処理施設は地質学的条件（岩盤，地下水位が浅い等）から，施工性を考慮して，地上式である例が多い．このため，汚水の流入水路が２階部にあり，圧送流入になる傾向がある．圧送流入形式は硫化水素の持込が多く，流入部のコンクリート腐食に至る事例も多い．これらの部位は臭気を局所排気することが望ましい．

本質的な改善としては圧送管内の硫化物の生成量をＥＰＡ予測式[4)]等で予測し，空気注入等の対策を取ることも必要である．

【その他】

一部で消毒槽から塩素ガスが漏逸し，設備の発錆を生じている事例があった．(特に，総上屋形式に多い) 流入，流出部を水封構造にするか或いは局所排気をする等で対処することを提案したい．

【材質】

再設置時に長寿命化の視点から材質検討を要すると考えられる部位・製品類を表−16 に示す．

表−16　交換時材質の再検討を必要とする部位，製品

区分	種目	部位
土木建築施設 建築施設 土木施設	・屋根 ・金属製建具 ・金属製品 ・給排気設備 ・門扉工 ・屋外覆蓋	・軒樋，縦樋 （塩ビ製品の紫外線劣化） ・ドアノブ，ＤＣ ・アルミ製階段手摺 ・フード，ガラリ，防虫網 ・レール （鋼製のため腐食，開閉に支障） ・点検蓋（枠共） ※鉄製品
機械電気施設	屋内覆蓋 照明・ダクト 貯槽	・点検蓋（枠共） ・支持金具 ・支持金具・点検架台

屋外の設備に発錆・脱落・破損が多い．換気扇及びフード・ガラリの材質については十分な検討が必要である．外部手摺等についてはできれば鋼製品よりもコンクリート製とする方が望ましい．

塩ビ製は対候性に弱く，劣化が速い．特に沿岸部に立地する事例では屋根の紫外線縦樋が劣化し，強風で吹き飛ぶ例が見受けられた．外部露出状態での塩ビ製品の使用は避けることが望ましい．

鋼製蓋を屋外に使用している場合はＦＲＰ製品に交換する．ただし，日射が強く，台風等の来襲が頻繁にある地域については亜鉛ドブ漬仕上げ等を考慮する．詳細な風圧力によるメカニズムは不明であるが，ＦＲＰ製蓋が強風で吹き飛ぶ事例があった．

上屋内部の処理水槽の覆蓋設備はＦＲＰ製品で良いが，硫化水素の発生が多いと考えられる場合は受け枠の材質に配慮が必要である．

老朽化した施設のなかには配管-弁類間，弁類間で材質の違いによる異種間金属腐食の例が見受けられた．弁類は汚水の送水或いは空気量の調整に必要な設備であり，維持管理に支障が生じる恐れがあり，交換し，材質の再検討を行う．

また，寒冷地等凍結の恐れがある場合，配管内部（特に小配管）の汚水や用水が凍結し，破裂に至る事例があったので保温工や水平部には水抜きを設置して，凍結防止を図る．

５．おわりに

本調査は水産庁直轄調査における実態調査をもとに漁業集落排水施設の長寿命化対策を検討したもので，主に腐食対策を主に調査した中間報告である．今後は耐久性に関する長寿命化対策を検討し，調査を終えたい．実態調査は最も重要であり，お忙しいなか調査に協力して頂いた市町村や維持管理業者の方々にはここに謝意を申し上げたい．

本調査は平成 21 年度に終了を予定しており，市町村で漁業集落排水施設の長寿命化対策が実施され，将来に渡って，漁業集落の快適な生活環境及び漁港関連水質が良好に維持されることを願いたい．

参考文献

1) （社）日本農業集落排水協会：農業集落排水施設のコンクリート劣化点検・診断・補修の手引き，平成 14 年．

2) 空調機器の耐塩害試験基準，日本冷凍空調工業会（ＪＲＡ規格）（ＪＲＡ　002-1991）．

3) 沖縄地域のＡＣＭセンサーによる屋外の鋼材腐食環境評価に関する検討．

4) 下水道技術センター：ＥＰＡ設計マニュアル　下水道施設の臭気と腐食対策，1988．